

METHOD AND APPARATUS FOR GENERATING ROUTE IN VEHICLE NAVIGATION SYSTEM

Publication number: JP10197269

Publication date: 1998-07-31

Inventor: TAMAI HARUHISA

Applicant: ZEXEL CORP

Classification:

- International: G01C21/00; G01C21/34; G01C21/00; G01C21/34;
(IPC1-7): G01C21/00

- European: G01C21/34

Application number: JP19980005552 19980114

Priority number(s): US19970784204 19970115

Also published as:



EP0854353 (A2)

EP0854353 (A3)

EP0854353 (B1)

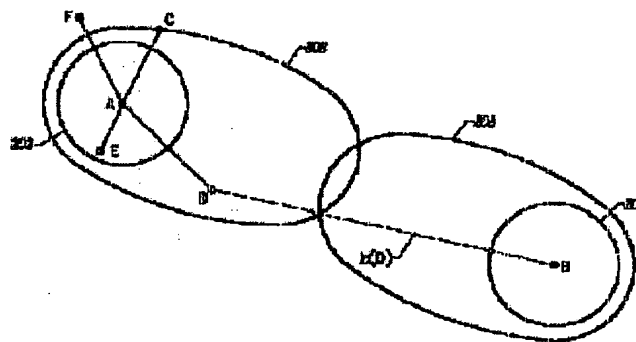
DE69825924T (T)

CA2224745 (C)

Report a data error he

Abstract of JP10197269

PROBLEM TO BE SOLVED: To generate a route to a final destination by searching a map data-base to generate a first route candidate, and then selecting a best route candidate via the step of repeating additional search. **SOLUTION:** The system spreads from a circular area 202 of a route starting from a starting point A and a circular area 204 of a route for guiding to reversely return from a final destination point B in all directions. Since a distance between points D and B is smaller than a discovery cost relative to points C, E and F, a road section ending at the point D is selected. Then, this process is executed for respective route points newly generated thereafter. Searching directions are corrected and limited to obtain areas 206 and 208. A plurality of partial routes are generated by these two searches. The road sections have relative sectional costs, respective nodes have relative nodes and discovery costs. A road section having minimum total cost is selected from respective total cost values and used for generating the route.

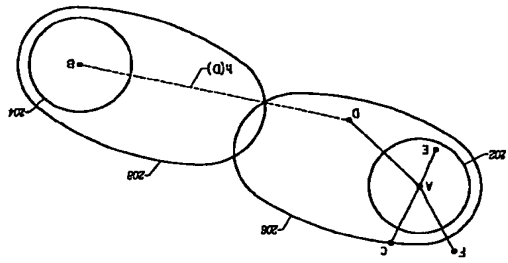


Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(51) Int. Cl. G 01 C 21/00 識別記号 P 1 G 01 C 21/00 G	審査請求 有 請求項の数 30 O L (全 19 頁) (71) 出願人 000003333 株式会社セクセル 東京都渋谷区渋谷 3 丁目 6 番 7 号 (72) 発明者 玉井 治久 埼玉県東松山市南町 3-1-3 ライオンズ 東松山 303 (74) 代理人 井堀士 鈴木 弘男
(21) 出願番号 特開平10-5552 (22) 出願日 平成10年(1998) 1月14日 (31) 優先権主張番号 0 8 / 7 8 4 , 2 0 4 (32) 優先日 1997年1月15日 (33) 優先権主張国 米国 (US)	

(54) [発明の名称] 車両ナビゲーションシステムにおけるルート生成方法および装置

(57) [要約]
 【課題】 出発地から最終目的地までのルートを生成する方法および装置を提供する。
 【解決手段】 1つの実施形態では、A * アルゴリズムの原理に基づいて2端サーチを実行する。すなわち、2つのルートを同時に生成し、その1つは出発地から最終目的地までのルートであり、もう1つは最終目的地から出発地までのルートである。別の実施形態では、ルート生成アルゴリズムは、ルート候補のサーチをいつ中止するかを決定する。アルゴリズムは、第1の数の地図データベースのサーチを行い、第1ルート候補を生成する。第1のルート候補の生成後、第2の数の付加的な繰返しに地図データベースのサーチを繰り返す。それらから、最良の候補をルートとして選択する。



- (2) 特開平10-197269
- 運付けられた少なくとも1つのパラメータを有する工程と、
- サーチ領域がグリッドパターンにより特徴付けられた地図データベースの一部を含む場合に、サーチ領域に属する領域がグリッドパターンにより特徴付けられた地図データベースの一部を含むかを決定する工程と、
- と、
- サーチ領域がグリッドパターンにより特徴付けられた地図データベースの一部を含む場合に、サーチ領域に属する領域がグリッドパターンにより特徴付けられた地図データベースの一部を含むかを決定する工程と、を備える方法。
- 【請求項12】 車両ナビゲーションシステムにより生成された第1のルートを、車両ナビゲーションシステムにより生成された第2のルートに接続する方法において、
- 接続地点において接続されて第3のルートを構成する第1および第2のルートを生成する工程と、
- 接続地点に近い第1のルート上の出発地点から、接続地点に近い第2のルート上の目的地までの第4のルートを生成する工程と、
- 第3のルートの出発地点と目的地の間の部分を第4のルートに置換する工程と、を備える方法。
- 【請求項13】 車両ナビゲーションシステムにより生成された第1のルートを、車両ナビゲーションシステムにより生成された第2のルートに接続する方法において、
- 第1および第2のルートを生成する工程と、
- 第1および第2のルートを接続地点で接続して第3のルートを構成する工程と、
- 第1および第2のルートが交差する場合、交差点に接続された第3のルートの不要部分を除去する工程と、を決定する工程と、
- 【請求項14】 車両ナビゲーションシステムにおいて、第1の位置と第2の位置の間の安全なルートを生じ前に部分のルートを生成する方法において、
- 地図データベースをサーチして複数の部分のルート候補を生成する工程であって、各部分のルート候補は、自己に隣接付けられた部分のルート候補と、および見込みの経路を有する工程と、
- 少なくとも1つの部分のルート候補に隣接付けられた部分のルート候補が第1の位置と第2の位置の間を結ぶ工程と、
- 【請求項15】 第1の位置と第2の位置の間の距離に隣接して決定される請求項14に記載の方法。
- 【請求項16】 終了工程は、全ての部分的ルート候補に隣接付けられた部分のルート候補が第1の位置と第2の位置の間を結ぶ工程と、
- 【請求項17】 終了工程は、全ての部分的ルート候補に隣接付けられた部分のルート候補が第1の位置と第2の位置の間を結ぶ工程と、
- 【請求項18】 終了工程は、全ての部分的ルート候補に隣接付けられた部分のルート候補が第1の位置と第2の位置の間を結ぶ工程と、
- 【請求項19】 終了工程は、全ての部分的ルート候補に隣接付けられた部分のルート候補が第1の位置と第2の位置の間を結ぶ工程と、
- 【請求項20】 終了工程は、全ての部分的ルート候補に隣接付けられた部分のルート候補が第1の位置と第2の位置の間を結ぶ工程と、
- 【請求項21】 車両ナビゲーションシステムを使用し、ルートを決定する方法において、前記ルートは複数の隣接する道路区画を有し、前記方法は、
- 地図データベースをサーチするサーチ領域を隣接する道路区画に拡張する工程であって、サーチ領域は自己に隣

(11) 特許請求の範囲

- 【請求項1】 車両ナビゲーションシステムを使用して第1の位置から第2の位置へのルートを決定する方法において、
- 第1の繰返し数にわたり地図データベースをサーチして、第1のルート候補を生成する工程と、
- 第1のルート候補の生成後、付加的な第2の繰返し数の後にサーチ工程を終了する工程と、
- 最良のルート候補をルートとして選択する工程と、を備える方法。
- 【請求項2】 第2の繰返し数は、第1の位置と第2の位置の間の距離に隣接して決定される請求項1に記載の方法。
- 【請求項3】 第2の繰返し数は、第1の繰返し数に隣接して決定される請求項1に記載の方法。
- 【請求項4】 付加的な第2の繰返し数に未だ至っていない場合、第2の数のルート候補が生成された後にサーチ工程を終了する工程を備える請求項1に記載の方法。
- 【請求項5】 第1のルート候補の生成後、生成される各付加的ルート候補について、第2の繰返し数を特別の量だけ減らす請求項1に記載の方法。
- 【請求項6】 サーチ工程は、第1の位置から地図データベースをサーチする工程を有する請求項1に記載の方法。
- 【請求項7】 サーチ工程は、第2の位置から地図データベースをサーチする工程を有する請求項6に記載の方法。
- 【請求項8】 車両ナビゲーションシステムを使用して第1の位置から第2の位置へのルートを決定する方法において、
- 複数の繰返しの繰返しにわたり地図データベースをサーチして、少なくとも1つのルート候補を生成する工程と、
- サーチ工程中に、第1のランクを有する第1の道路区画を識別する工程と、
- 識別工程に応じて、第1のランクより低いランクを有する全ての他の道路区画を、サーチ工程のその後の繰返しから除外する工程と、
- 最良のルート候補をルートとして選択する工程と、を備える方法。
- 【請求項9】 第1の道路区画が識別された後であって除外工程を実行する前に、サーチ工程を第1の繰返し数だけ実行する工程を備える請求項8に記載の方法。
- 【請求項10】 第1の繰返し数は、第1の位置と第2の位置の間の距離に隣接して決定される請求項9に記載の方法。
- 【請求項11】 車両ナビゲーションシステムを使用し、ルートを決定する方法において、前記ルートは複数の隣接する道路区画を有し、前記方法は、
- 地図データベースをサーチするサーチ領域を隣接する道路区画に拡張する工程であって、サーチ領域は自己に隣

記載の方法。

【請求項17】 少なくとも1つの部分的ルート候補中にアクセス制限道路の入口が含まれるように第1の閾値が設定される請求項14に記載の方法。

【請求項18】 アクセス制限道路に関連する総コストを減少させ、ルート生成においてアクセス制限道路の使用を有利にし、総コストはアクセス制限道路に関連する通行コストと発見のコストの和である請求項17に記載の方法。

【請求項19】 第2の閾値は第1の位置、第2の位置の間の距離に関連して決定され、該方法は、第2の閾値が第1の閾値より小さい場合に、少なくとも1つの部分的ルート候補を切り捨ててそれに関連する通行コストが第2の閾値を超えないようにする工程と備える請求項17に記載の方法。

【請求項20】 車両ナビゲーションシステムは、選択された通行コストを調整してルート生成目的のための調整通行コストを生成するモードで動作し、該方法は、車両ナビゲーションシステムが前記モードで動作中に、部分的ルートの終了目的のために選択された通行コストの追跡を継続する工程を備える請求項14に記載の方法。

【請求項21】 前記モードはフリーウェイモードを有し、前記フリーウェイモードでは、車両ナビゲーションシステムはフリーウェイに関連する通行コストを減少させ、ルート生成のためにフリーウェイの使用を有利にする請求項20に記載の方法。

【請求項22】 前記モードは普通通りモードを有し、前記普通通りモードでは、車両ナビゲーションシステムはフリーウェイに関連する通行コストを増加させ、ルート生成のために普通通りの使用を有利にする請求項20に記載の方法。

【請求項23】 車両ナビゲーションシステムにおいて部分的ルート生成を終了する方法であって、部分的ルートは地図データベースに記憶された複数の隣接する道路区分を有し、前記方法は、地図データベースから隣接する道路区分をサーチする工程と、

アクセス制限道路へのアクセスを有する第1の道路区分を部分的ルートの一部として選択した時に、部分的ルート生成を終了する工程であって、アクセス制限道路は隣接する2つの方向を有する工程と、

アクセス制限道路の両方向にアクセス可能な部分的ルート中の第2の道路区分を識別する工程と、

第2の道路区分を超える部分的ルート中のあらゆる隣接道路区分を除去する工程と、を備える方法。

【請求項24】 車両ナビゲーションシステムにおいて部分的ルート生成を終了する方法であって、前記部分的ルートは、地図データベース中に記憶された複数の隣接道路区分を有し、前記方法は、

地図データベースをサーチする

路区分にまで拡張する工程と、
第1のアクセス制限道路の一部を含む第1の道路区分を部分的ルートの一部として選択した時に、第1のアクセス制限道路に沿うサーチ領域の拡張を終了する工程と、

第2のアクセス制限道路に関連する総コストを減少させ、ルート生成においてアクセス制限道路の使用を有利にし、総コストはアクセス制限道路に関連する通行コストと発見のコストの和である請求項17に記載の方法。

【請求項25】 車両ナビゲーションシステムを使用し

てルート案内を提供する方法において、
第1の位置から第2の位置までのルートを生成する工程と、

ルートの第1の部分に対応する第1の複数の方向指示を生成する工程と、
ユーザインターフェースを介して第1の複数の方向指示を伝達する工程と、

第1の複数の方向指示の伝達の開始後に、ルートの残りの部分に対応する第2の複数の方向指示を生成する工程と、を備える方法。

【請求項26】 前記ルートは、第1の位置から中間位置までの第1の部分的ルートと、中間位置から第2の位置までの第2の部分的ルートと、を含み、第1の部分的ルートは前記ルートの最初の部分を含み、第1の複数の方向指示の生成は、第2の部分的ルートの生成の開始前に行われる請求項25に記載の方法。

【請求項27】 車両ナビゲーションシステムを使用し第1の位置から第2の位置までのルートを決定する方法において、
複数の道路区分を含む地図データベースをサーチして、少なくとも1つのルート候補を生成する工程と、
サーチ工程中に、複数の選択された道路区分の各々に関連するコストを動的に調整して、ルート中に特定のタイプの道路区分を含めることを有利にする工程と、
最良のルート候補をルートとして選択する工程と、を備える方法。

【請求項28】 選択された道路区分の各々に関連するコストは、選択された道路区分と第2の位置との間の距離に関連する発見のコストと、選択された道路区分を通行するために要する時間に関連する通行コストと、を含む請求項27に記載の方法。

【請求項29】 動的にコストを調整する工程は、選択された道路区分に関連する発見のコストの調整を含む請求項28に記載の方法。

【請求項30】 動的にコストを調整する工程は、選択された道路区分の各々に関連するコストを割引値だけ減少させる工程を有し、各選択された道路区分についての割引値は、その通行コストに関連して決定される請求項28に記載の方法。

【発明の詳細な説明】
【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、車両ナビゲーションシステムによるルートの決定、より詳細には、ユーザの最終目的地的最速ルートを効率的に決定するための方法および装置に関する。

【0002】

従来の技術、発明が解決しようとする課題 使用可能な地図データベースがカバーする範囲および地形の密度が増加すると、最速ルートと生成するために要する時間は相対的に増加する。特に長い距離または複雑なルートについては、ユーザは自分の最初的位置を複雑なルートに望ましくない遅延を経験する。ルートが生成される前に出発しようとユーザが決定すると、ナビゲーションシステムからの指示なしで運転し、結局生成されるルートから外れてしまうことが多く、ルート生成は無駄なものとなってしまう。そこでも最速ルートの生成が完了する前に最初の数個の指示または方向案内が決定でき、それがユーザに伝達可能な方法があれば、最速ルート生成時間についての上記の問題は緩和できるであろう。

【0003】 さらに、ルート生成に要する時間が非常に長いので、現在のルート生成方法に替わる手法を提供し、この経費を減らすことが望まれる。目的地までのルートを決定するために、現在利用可能な車両ナビゲーションシステムは、典型的に「A*」と呼ばれる周知の人工知能(AI)グラフサーチ手法に基づくサーチアルゴリズムを採用している。A*は、「人工知能の原理(Principle of Artificial Intelligence)」Nilsson Nils J., 1993: ISBN 0-934613-10-9 に記載されており、これをここで参考文献として掲げる。一般的に、A*では、出発点から目的地まで方向付した幅員を第1と第2と、出発点から目的地まで方向付した幅員を第1とするサーチをグラフ、すなわち、地図データベースを介して実行し、それが進むにつれて考慮される解決パスのツリーを構築し、そのツリーの根は出発点の区分であり、A*アルゴリズムは、出発点の区分から始まり、各「枝」またはツリー区分に対して最も近くに接続された区分すべてを決定することにより繰返される。したがって、各区分についてのコスト(f(n))は以下の数1にしたがって決定される。

【0004】

【数1】 $f(n) = g(n) + h(n)$
ここで、g(n) は出発点の区分から区分nまでの既知のコストを示し、h(n) は区分nから目的地までの発見のコストである。発見のコストとは、基本的に区分nから目的地までの実際のコストの知りによる推測であり、それから、最小の総コストを有する区分がルートの一部として選択され、所望の目的地に対応する区分が選択されるまでアルゴリズムが継続する。数1のコストの公式の使用は、目的地に向かって最速的にサーチ領域を狭くする効果がある。しかし、未修正のA*アルゴリズムを使用しているのルート生成時間は依然としてかなり長い

ルート生成の解決法を提供することが依然として望まれる。

【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明は、出発地から最終目的地までのルートを生成する方法および装置を提供し、それは上述した周知のA*グラフサーチアルゴリズムにまさる多くの長所を有する。1つの実施形態によれば、A*アルゴリズムの原理に基づいて2端サーチを実行する。すなわち、2つのルートが同時に生成され、その1つは出発地から最終目的地的地へ向かい、もう1つは最終目的地的地から出発地へのルートである。

【0006】 別の実施形態によれば、本発明のルート生成アルゴリズムはルート候補を求めるサーチをいつ終了するかを決定する。アルゴリズムは地図データベースを第1の繰返し数にわたってサーチし、第1のルート候補を生成する。第1のルート候補の生成後、付加的な第2の繰返しの後に地図データベースのサーチを終了し、その第2の数の繰返しにより追加のルート候補が生成されたり生成されなかったりする。それから、最良のルート候補をルートとして選択する。

【0007】 別の実施形態によれば、ルート生成アルゴリズムは、サーチ可能な母集団から特定のタイプの道路区分を除外することにより、地図データベースのサーチをより効率的とする。アルゴリズムは、複数の繰返しにわたって地図データベースをサーチし、1以上のルート候補を生成する。データベースのサーチ中に、アルゴリズムは関連する第1のラングを有する第1の道路区分を除外する。そのような道路区分が識別されると、第1のラングより低いラングを有する他の全ての道路区分をその後のサーチから除外する。それから、ルート候補から最良のルート候補を選択する。

【0008】 さらに別の実施形態によれば、本発明のルート生成アルゴリズムは、地図データベースのサーチに使用するサーチ領域の特性を操作し、サーチが行われるデータベースの特定の領域の特性に対応するようにサーチ領域を調整する。アルゴリズムは、地図データベースをサーチするサーチ領域を拡張し、道路区分が生成されるルートに含まれるようにする。サーチ領域は、関連する少なくとも1つのパラメータを有する。地図データベースのサーチ中に、アルゴリズムは、サーチ領域がグリッドパターンにより特徴付けられる地図データベースの一部を含むか否かを決定する。もし含まなければ、その一部を含むパラメータを操作する。パラメータは例えば、サーチ領域の大きさとすることができる。こうして、特定の地図領域のデジタル化密度を考慮して、サーチ領域の大きさを調整することができる。

【0009】 また、本発明は、車両の出発地と最終目的地との間の位置に中間ルートを決定することができる。典型的には、車両ナビゲーションシステムはユーザは、出発地を出発する前に最速ルートが計算される。

【0013】本発明のさらに他の実施形態によれば、生成されるルート中で特定のタイプのルート、例えばフリーウェイを含めることが有利となるようなルート生成のための方法および装置が提供される。そのシステムは地図データベースをサーチし、少なくとも1つのルート候補を生成する。アルゴリズムがデータベースをサーチしている間、選択された道路区分の各々に関連するコストを動的に調整して、特定の道路区分タイプをルートに含めることが有利となるようにする。

【0014】本発明の性質および長所は、明細書の残りの部分および図面を参照することによりさらによく理解されよう。

【0015】
【発明の実施の形態】本発明は一般的に、Kao への米国特許第5,345,382号の「相対方位センサの校正方法」、Sniderへの米国特許第5,359,529号の「ルート案内オン/オフルール状態フィルタ」、Kao への米国特許第5,374,933号の「車両ナビゲーションシステム的位置補正方法」、およびDesai et al への米国特許第5,515,283号の「車両ナビゲーションシステムにおけるルート計算のために高速道路のアクセスランプを識別する方法」に関連し、これらすべての記載をここに参考として含む。

システム環境
図1は、本発明で使用する車両ナビゲーションシステム100の特定の実施形態のブロック図である。距離センサ112および速度センサ114、ならびにグローバルポジショニング・センサ(GPS)データ受信機118はセンサ/GPSインターフェース122を介して計算手段120へ接続される。典型的な実施形態では、距離センサ112は走行距離計からなり、角速度センサ114はジャイロ스코プ、または車両の運動に接続された差動走行距離計からなる。GPSデータ受信機118は、例えば衛星によるナビゲーションシステムからの信号を受信するために設けられる。センサ/GPSインターフェース122からのデータはCPU124へ送られ、CPU124は校正、信号処理、推測法、車両の位置決めおよびルート案内機能を実行する。地図情報を含むデータベースはデータベース媒体126に記憶される。また、CPU124による実行のためにメインメモリ128内に記憶され、計算手段120の動作を指示するソフトウェアもデータベース媒体126内に記憶することができ、メモリ128は、リードオンリーメモリ(ROM)、もしくはフラッシュメモリまたはRAMのような再プログラム可能な不揮発性メモリにより構成することができる。システムRAM130は、そのようなソフトウェアプログラムの実行のために必要で情報の読み出しおよび書き込みを可能とする。データベース媒体126は、デジタル化された地図情報が記憶された不揮発性メモリ、ハードディスクドライブ、CD-ROM

(n)を有し、各ノードとはそれぞれ関連するノードおよび発見のコストg(k)およびh(k)を有する。各区分についての区分コストを、その終了地点についてノードおよび発見のコストに加算し、各々についての総コスト値を得る。それから、最小の総コストを有する道路区分を選択し、その後のルート生成に使用する。図2に示して、まず地点Dで終了する道路区分が選択される。それは、地点Dに関連する発見のコスト、すなわち、地点DとBとの間の距離が、地点C、E、およびFに関連する発見のコストより小さいからである。それから、このプロセスを地点Dについて繰返し、その後、新しく生成された各ルート地点についてこのプロセスを行う。これは、ルート生成過程にわたってサーチエリアの方向を修正し、かつ限定する効果を生じ、それにより領域206および208に示すように、サーチを地点AおよびB間のエリアにより集中させる。

繰返し終了カウンタ
本発明の特定の实施形態によれば、上述の方法(または、他の種々のルート生成方法)により第1のルートが生成された後、システムはルート生成アルゴリズムを終了する前に2つの事象のうちの1つが起きるのを待つ。2つの事象のうちの1つは、出発地と目的地の間にプログラム可能な数のルートが生成されることである。例えば、1つの特定の实施形態によれば、プログラム可能なルート数は4である。この実施形態では、4個のルートが生成されると、システムは最小のコストを有するルートをユーザに伝える。

【0018】2つの事象のうち1つは、「繰返し終了カウンタ」と呼ばれるパラメータが零に達した時である。第1のルートが生成された後、追加のルートのサーチを続けつつ、ルート生成アルゴリズムにより実行される各区分の拡張について繰返し終了カウンタを減少させる。繰返し終了カウンタの初期値は、発明の種々の特定の实施形態にいたがって、種々の方法により設定することができ、1つの実施形態によれば、繰返し終了カウンタの初期値は500回の繰返しに固定される。すなわち、ルート生成アルゴリズムは、そのサーチを終了する前に、少なくとも1つの部分的ルートを、追加の500個の区分に拡張する。しかし、そのような固定値の初期値はルート生成の全ての問題について適当なわけではない。なぜなら、それはルートの長さの大きな変化を考慮していないからである。例えば、2マイル離れた出発地と目的地について繰返し終了カウンタの初期値500が適当であつたとしても、25マイル離れた出発地と目的地についてはそれは不十分の場合が多い。さらに、粗くデジタル化されたエリア(例えば、田舎のエリア)について適当な初期カウンタ値を使用すると、密にデジタル化されたエリア(例えば、繁華街の都市エリア)においては、追加の繰返し処理が十分な回数行われない。

【0019】したがって、代りの実施形態では、繰返しルートを形成する。
本発明は、地図データベースを組織化して出発地から最も目的の地までの最速ルートを効率的に生成する方法を利用する。図1の車両ナビゲーションシステムを使用して、出発地Aから最終目的地Bまでのルートを決定する方法を図2を参照して説明する。本発明の特定の实施形態によれば、車両ナビゲーションシステム100は、2端ルートを生成アルゴリズムを使用する。すなわち、システムは出発地点Aから出発する経路、および、最終目的地Bから逆に戻るように導く経路の両方を探索。この2つのサーチは各々が複数の部分的ルートを生成し、結局そのうちの2つが地点AとBの間のどこかで出会い、単一のルートを形成する。

【0017】最初、円形領域202および204により示すように、サーチパターンは両地点A、Bから全ての方向へ広がる。図2は、地点Aから出発する4個の道路区分の1つをどのように選択してルートの探索を続けられるかを示す。各道路区分nは関連する区分コストg

なわちg+hの調整は不釣り合いとなるからである。したがって、本発明のより詳細な実施形態によれば、その地点までのルート上のgコストの割合として計算される割引値を導入することにより区別を認識し、図4は、より高いランクの区分が有利となるようにする。図4は、出発地点Sから出発する4つの道路区分を示す。大きな区分352および354はフリーウェイの区分を示す。小さな区分356および358は普通道の区分を示す。各区分およびその構成要素に関連するfコストが、関連する終点ノードと目的地とを結ぶライン上に示されている。例えば、区分356についてのfコストは、gコスト(100)と、ノード357と目的地との距離により決定されるhコスト(950)との和である。これは、合計1050となる。同様に、区分358およびノード359についてfコストは1100である。しかし、区分352と354(および関連するノード353と355)はフリーウェイの一部であるので、fコストは5%の割引値だけ減少する。もちろん、割引値は本発明の範囲から外れることなく、あらゆる範囲とすることができ、図4の例において、本発明のアルゴリズムは、最初に、最小のfコストを有する区分356が有利とすることが理解される。しかし、アルゴリズムが3つの方向にそれぞれ拡張すると、フリーウェイルート(区分352および354を含む)に関連する割引値は、そのルートについての算出したgコストが増加するにつれて増加する。したがって、アルゴリズムは結局、フリーウェイルートについてのfコストが区分356から始まるルートについてのfコストより小さくなる地点に到達することも理解される。こうして、ルート生成アルゴリズムが出发点から遠くへゆくにつれて、より高いランクの区分を有するルートが有利となるようになる。

[10022] 発見的および秘区区分コストの動的調整は、後に説明する増加的ルート生成の実施形態と共に使用することができる。これはサーチの両端について実行される。この方法は、サーチに含まれるべき道路リンクの数を大幅に減少させ、それに応じてルート生成時間の短縮を達成する。この意図は、ほとんどの論理のルートは一般的に、起点において道路リンクを増加させ、終点で道路リンクを減少させるという事実を反映する。例えば、典型的なルートは住宅街の通りから出発し、主要道路に移り、それからフリーウェイへ移る。ユ

ーザは、最終目的地的近くの地点に至るまでフリーウェイ上に残ることがほとんどであり、その地点でフリーウェイを下りて主要道路へ移動し、それから住宅街の通りへ到着する。

[10023] 図5は、ランクR0、R1、R2の道路区分の連続的抑制の効果を、高くなる順に可視的に示す表を提供する。図402はランクR0〜R3の道路区分を含む、システムの地図データベースの一部を示す。図404は地図データベースの同一部分を示し、そこでランクR0の道路区分(すなわち、住宅地または地方の道路)がサーチアルゴリズムの目的で抑制されている。すなわち、ルート生成サーチアルゴリズムはランクR0の道路区分を無視する。図406は、ランクR0およびランクR1の道路区分(すなわち、幹線道路)が抑制された後の地図データベースの同一部分を示す。最後に、図408は、ランクR0、R1、R2が抑制された後の地図データベースの同一部分を示す。ランクR2は高速道路を示す。種々の区分のランクを順に無視することにより、サーチエリアを同一に維持しつつ、サーチ時間を劇的に減少させることができる。

ランクの抑制の限界

別の実施形態によれば、低ランクの区分の抑制は、最速ルートを失うことがあるので、高いランクの区分に通過した直後には行わない。その代わり、各ランクについて抑制の限界を設定し、それにより、高いランクの区分に通過した後でさえも、システムが通過するランクの区分をサーチし続けるようにする。1つの実施形態では、各ランクについての抑制限界は、その道路区分の対応するランクが抑制される以前にサーチすべき(あらゆるランクの)区分の数に対応する。したがって、例えばランクR0の区分についての抑制限界が100である場合、そのループが拡張されてランクR1の区分に通過し、かつ、少なくとも100個の道路区分がその後にサーチされていくならば、ルート生成アルゴリズムはランクR0の区分を無視する。

[10024] より詳細な実施形態では、各ランクについての抑制限界を可変とし、出发点と目的地との間の距離に依存するようにする。したがって、例えば出发点と目的地との間の距離が増加すれば、抑制限界は減少する。これは、出发点と目的地が遠く離れている場合に、一般的に、フリーウェイなどの高いランクの道路は、地方の交通などの低いランクの道路より有利とされる事実を反映している。

[10025] 別の特定の实施形態では、抑制限界を可変とし、サーチアルゴリズムが動作する地図領域のデジタル化密度に依存するようにする。すなわち、地図データベースの密にデジタル化された領域については、抑制限界は増加する。これは、そのような密にデジタル化された領域中で所望の高いランクの道路に到達するためは典型的に多くの区分の拡張が要求されるという事実を反

映している。

グリッドパターン領域内におけるサーチ領域の調整

別の特定の实施形態では、本発明のルート生成方法は、グリッドパターン領域、すなわち、例えば多くの都市および副都市エリアのように道路区分がほぼ規則正しいグリッドパターンに配置されている領域中でより効率的にルートを生成するようにさらに適合される。そのような領域の調整は、「地図データベースにおける地理的領域タイプの認識」と名付けられた、共に認識された番手中の米国特許出願シリアルNo.08/480,759に記載されており、その全ての記載をここに参考として取り込む。

[10026] 図6に、グリッドパターン領域内でA*に基づく2端サーチアルゴリズムを使用することに関連する問題を示す。サーチ領域502および504は逆のルート端点に繋がるので、生成されるルートはSとDの間の斜方向の周りの狭い領域内に属する傾向が大きい。これは、一回のみの右左折を伴う、より望ましいルート508とは逆に、複数の右左折を伴うルート506を生じさせる。したがって、本発明によれば、重なりダブレーションシステムは、現在グリッドパターン内で動作していると決定した場合には、図7のサーチ領域502'および504'により示すように、サーチ領域を緩和する。これは、サーチ領域内で右左折の少ないルートを含め、ルート508を含めるようにする効果をもたらし、ルート生成アルゴリズムが右左折すること、特に右左折することに関連するコストを考慮する場合、より少ない右左折を有するSとDの間のルートが生成される傾向が高くなる。より詳細な実施形態では、より右左折の少ないルートが生成される確率を増加するため、グリッドパターン内で右左折することについてのコストを増加する。

アルゴリズムのプロローグ

図8および9は、本発明の2端サーチアルゴリズムの特定の实施形態の動作を示すフローチャートである。そのアルゴリズムは出发点から目的地までのルートを生成する。最初に、第1および第2の現在ルートノード、すなわち、アルゴリズムがサーチを行う前方および後方サーチ経路中のノードをそれぞれ出发点および目的地に設定し、繰返し終了カウントを500に設定し、ルート数を4に設定する(ステップ602)。それから、ルート生成アルゴリズムは、2つのサーチを並行的に並列に、すなわち、出发点から目的地へ、およびその逆に実行する。現在ルートノードから出発する道路区分を識別し(ステップ604、606)、各々について、地方のサーチの現在ルートノードに対する発見のコストを決定する(ステップ608、610)。ある実施形態では、その後、発見のコストをそれらの個々の道路リンクにしたがって高いクラスの区分を有利とする基本属性により重み付けする(ステップ612、614)。それから、各区分についての総コストを決定し(ステップ616、61

終了カウンターの初期値を可変とすることができ、第1の実施形態では、初期値を出发点と目的地との間の距離に依存するようにする。すなわち、出发点と目的地との距離が大きくなるほど、初期値を大きく設定する。第2の実施形態では、初期値を、第1のルート生成に必要とされた区分拡張数に依存するものとする。すなわち、生成された第1のルートの区分数が多いほど、初期値を大きく設定する。こうして、繰返し終了カウンターの初期値を、特定のルート生成問題各々に対して調整することができ、

[10020] 上述した繰返し終了カウンターの实施形態のいずれも、出发点から目的地までの追加ルートが生成された時にそのカウンターの特別な量だけ減少させるようにして、さらに改善することができる。例えば、各区分拡張毎にカウンターの1だけ減少させることに加え、第1のルート後、各ルートが生成される毎に例えば50ずつカウンターの数を減少させることも可能である。したがって、生成されたルート数が増加し、それに応じてさらなるサーチの必要が減少するにつれて、そのことを反映するよう繰返し終了カウンターの値を調整する。特定の实施形態では、カウンターの調整するための特別な量を、出发点と目的地との間の距離、または生成された第1のルート中の区分数に応じて変化させることができる。

可変の区分コスト

上述のルート生成方法を、図3に示す課題に対処するよううに改善することができる。ノード301における発見的コスト(ベクトルH1で示す)はノード303における発見的コスト(ベクトルH2で示す)より小さいので、ルート304よりルート302の方が生成される可能性が高い。これは、ルート304が、例えば、それが主としてランク3の道路区分、すなわちフリーウェイからなるために明らかに低位なルートである場合でさえも、発見的コストを動的に調整および重み付けして、ルートの生成においてランクの高いルートの使用が有利となるようにする。例えば、1つの実施形態では、特定のノードについての発見的コストを、そのノードと目的地との距離に関連する道路区分のランクに対応する定数を乗じることにより決定する。ランクに関連する定数の値は、より高いランクからより低いランクへ行くにつれて増加し、高いランクの区分が有利となるようにする。他の実施形態では、発見的コストをそれらの重要度に基づいて有利として、道路区分の使用をそれらの重要度に基づいて有利となるようにする。

[10021] 発見的すなわちhコストの操作は、目的地が出发点から非常に遠い(例えば300マイル)場合に特に有益となるわけではない。なぜなら、その操作はhコストにある定数(例えば0.9)を乗じることが含む場合、gコストと比較したhコストの大きき(例えば、h=200,000対g=100)では、総区分コストf、す

定し(ステップ920)、各々についてのコスト値を決定する(ステップ922)。第2のプロシージャ可能な時間間隔後にルート生成が完了していない場合(ステップ924)、システムは再度最低のコスト値を有する中間目的地を選択し(ステップ926)、次の中間ルートにユーザに伝達する(ステップ928)。ステップ918から928を最終目的地までの残りのルートが決定されるまで繰返し、それが決定された時点でユーザに伝達する(ステップ930)。

10 [10039] 図13は、本発明の特定の実施形態による複数の中間ルートの選択を示すフローチャート1000である。システムは、示の位置の道路の階層レベルより高い階層レベルを有する接続路に通過するまで、車両の示の位置に直接接続される道路区分の1つから出発する考えうるルートを探す(ステップ1002)。次に、システムは、中間目的地の1つとして、接続路への出入口を指定する(ステップ1004)。次に、ステップ1002および1004を、示の位置から出発する各道路区分について繰り返す(ステップ1006)。

20 [10040] 図14は、本発明の特定の実施形態による、複数の中間目的地についてのコスト値の決定を示すフローチャート1100である。システムは、車両の出発地から出発する中間ルート1の1つの道路区分およびノードについての区分およびノードコストを結合し、それにより、その中間ルートについてのルートコストを生成する(ステップ1102)。次に、システムは中間ルートに隣接する中間目的地についての発見のコストを決定する(ステップ1104)。発見のコストは、中間目的地と最終目的地の間の距離に対応する。次に、システムはルートコストを発見のコストと結合し、その中間目的地についてのルートコストを生成する(ステップ1106)。次に、ステップ1102から1106を各中間目的地について繰り返す(ステップ1108)。

部分的ルートの置き合わせ
上述のように、ある中間目的地までの部分的ルートが生成され、次にその中間目的地から別の中間目的地または最終目的地までのもう1つの部分的ルートが生成された時、そのルートを効率的な方法で1つに「置き合わせる」という問題が生ずる。図15(a)ないし15(c)は、2つの部分的ルートを1つに置き合わせる時(ステップ110)に遭遇する典型的な迂回路の幾つかを示す。各ケースにおいて、第1の部分的ルートはノード1202で終了し、ノード1202は通り1204を超え、第2のルートは最終的に通り1204上を目的地Xへと進む。ノード1202から通り1204へ至るために、第2のルートはある程度「戻り道」しなければならない。これは非効率的であり、ユーザの目的はかならない。例えば、図15(a)では、第2のルート1206は第1のルート1208上をループ状に戻っており、1度の右左折のみが必要な場所ユーザに3度の右左折を要求する

するコストが元の生成ルートのコストより低いならば、その部分的ルートを使用する。これは、図19、および図20のプロセッサを参照することにより理解することができる。最初に、第1および第2のルート1602および1604を生成する(ステップ1702)。この例では、接続地点Xで第1の生成ルート1602が終了し、第2の生成ルート1604は、図15(b)の通り、第2の生成ルート1602の迂回を生じる。これは、図15(b)を参照して説明したのと類似の迂回を生じる。システムは、第1の生成ルート1602に沿って接続地点Xの手前に出発地S1を選択する(ステップ1704)。次に、システムは接続地点Xから短い距離後に第2の生成ルート1602に沿って、目的地D1を選択し(ステップ1706)、出発地S1と目的地D1との間に部分的ルート1606を生成する(ステップ1708)。部分的ルート1606に隣接するコストが、出発地S1と目的地D1の間の第1および第2のルートの地点に隣接するコストより小さいならば(ステップ1710)、部分的ルート1606を第1および第2の生成ルートのそれらの部分に置き換える(ステップ1712)。そうでなければ、元のルートを維持する(ステップ1714)。

30 [10044] 部分的ルート1606の端点、すなわち出発点S1および目的地D1は、部分的ルート1606が第1および第2の生成ルート1602、1604と置き換えられる新しい置き合わせ地点を示すこと、ならびに、上述の処理を繰返し行って置き合わせ地点の連続的なセット各々について、ルートコストを最適化することができることと理解される。

部分的ルート生成の終了
部分的ルートの生成は、どの時点で終了すべきであろうか。図21は、Sから真行きフリーウェイ1804上へ第1の部分的ルート1802が生成された状況を示す。真行き方法が選択されたのは、それが目的地Dの方向からである。しかし、フリーウェイ1804は結局南へ曲がるので、最速ルート1806はまずフリーウェイ804を西へ向かい、次にフリーウェイ1808を北へ向かうことが分かる。その結果、第1の部分的ルート1802を使用すると、運転者は結局東行きフリーウェイ1804を下り、西行きに入り直して第2の部分的ルート1810からDへ向かわなければならない。

40 [10045] 本発明の特定の実施形態によれば、図22(a)および22(b)に示すように、第1の部分的ルートを切り替えることによりこの状況回避することができ、図22(a)は図21のエリア1812の拡大図であり、それは第1の部分的ルート1802な入口をフリーウェイ1804への真行きおよび西行きの道を示す。図22(b)は切り替わられた第1の部分的ルート1802'を有する同一のエリアの図であり、第2の部分的ルート1810'は西行きの入口を使用してフリーウェイ1804に入ることも可能となる。一般的に、

部分的ルートの生成中にフリーウェイに到達すると、本発明のこの実施形態は部分的ルートの生成を終了し、一方または地方のいずれに進むかの決定をしなければならぬ地点の前の道路区分に至るまでその部分的ルートを。これにより、ユーザが間違つた方向を進んでしまう図21に示す状況を回避することができる。

10 [10046] 部分的ルート生成の終了に関連する別の状況を図23および図24に示す。図23のサーチ領域1902に示すように、A*サーチアルゴリズムがフリーウェイ1904に遭遇すると、それはフリーウェイ1904に沿って目的地Dの方向へサーチ領域1902を拡張し、フリーウェイ1906が最速ルート1908上にあるという事実にも拘わらずフリーウェイ1906の使用が危険とされたと状況を生む。この結果を回避するために、本発明は、フリーウェイに到達した部分的ルートの拡張を中止し、代替的ルートを探し続ける。これは、図24の領域1902'により示されるサーチ領域の拡大を生じる。フリーウェイ1904に沿った拡張が中止されるので、サーチ領域1902'は結局フリーウェイ1906に到達し、それにより、さらに効率的なルートが実現される。

20 [10047] 本発明の別の実施形態によれば、ルート生成アルゴリズムにより探し出された考えうる各部分的ルートは、少なくとも1つの考えうる部分ルート中の区分の最小gコスト(通行時間を示す)が隣接する地点まで拡張される。次に、システムは、最低のhコストを有する部分的ルート、すなわち目的地に最も近い端点を有するルートを選択する。特定の実施形態では、システムは選択を実行する前に、考えうる各部分的ルートが拡張されてgコストの隣接に達するまで待機する。この実施形態では、各ルートについてのgコストは同一であるので、hコスト又はfコスト($f = g + h$)のいずれかを使用してどちらが最適な部分ルートであるかを決定することができる。

30 [10048] より詳細な別の実施形態によれば、gコストの隣接は固定または可変のいずれかである。gコストの隣接が可変である場合、その値は出発地と目的地の間の距離に隣接する。即ち、出発地と目的地の間の距離が大きい程、gコストの隣接は高く設定される。これにより、車両が部分的ルートの終点に達する以前に、生成された部分的ルートに隣接する通行時間(すなわちgコスト)が生成されるべき目的地への完全なルートについて十分に長くなることを保証する。可変なgコストの隣接は、また、選択された部分的ルートの長さが完全なルートに対して過度に長くならないことを保証する。出発地と目的地が比較的近い場合、完全なルートに対して部分的ルートが長くなるほど、最速ルートが生成されない可能性が大きくなる。これにより、リターンやフリーウェイへの入り直しなどの望ましくない戻り道の機械が完全なルートに含められることがしばしば生じる。部分的ル

ートを完全なルートに対して適当な比率に維持すること
は、そのような望ましくない事態の発生の危険を減少さ
せる。

【0049】別の実施形態によれば、部分的ルートを
の少なくとも1つが最も近い高速道路の入口を含むこと
が要求となるようにgコストの閾値を十分に高く設定す
る。しかし、ある例では、この目標は、部分的ルートの
長さを出発地と目的地の間の距離に適切に比例するよう
に維持するという目標と矛盾することが理解される。し
たがって、本発明の特定の実施形態は、図25を参照し
て以下に説明する方法でこの矛盾を解決する。最初に、

最も近い高速道路の入口（ノード2002）が少なくと
も1つの部分的ルート候補に含まれるようにgコストの
閾値を設定する。次に、サーチアルゴリズムは、高速道
路の入口に至るまで様々な部分的ルートを拡張する。高
速道路の入口を含む部分的ルート（すなわち、ルート2

004）のgコストが、出発地Sから目的地Dまでの距
離に関連するgコストの閾値を超えないならば、矛盾は
生じない。しかし、それがこの距離に基づく閾値を超え
るならば、システムはその部分的ルートの終点から、g

コストが距離に基づく閾値を超えない地点2000まで
後退する。これにより、完全なルートが最速ルートに近
くなる確率が増え、ユーザが高速道路に入って間違っ
た方向へ進むというような事態が薄る。

【0050】ここに記載する車両ナビゲーションの特定
の実施形態によれば、ユーザは、ルート生成アルゴリ
ズムの動作に影響を与える特定のパラメータを指定すこ
とが可能である。例えば、1つの実施形態では、フリー
ウェイの使用に関する好みを指定することができ、すな
わち、ユーザは、ルート生成において、アルゴリズム
がフリーウェイをなるべく多く使用し、またはなるべく
使用しないことを指定することができる。アルゴリズム

は、フリーウェイ区分に関連するgコストを操作するこ
とによりユーザの好みに適合する。よって、例えば、ア
ルゴリズムがフリーウェイをなるべく使用しないように
ユーザが指定したとすると、フリーウェイ区分に関連す
るgコストを増加し、それらを生産されるルートに含め
るための候補として望ましく無いようにする。したがっ
て、ルート生成アルゴリズムにより使用されるgコスト

は、必ずしも者に対応する道路区分についての実際のg
コストであるとは限らない。したがって、部分的ルート
候補がgコストの閾値に達したか否かを決定する時に、
システムは、フリーウェイをなるべく多くまたは少なく
使用するなどの選択を実行するためのgコストの閾

値と矛盾して、部分的ルート候補中の区分の実際のgコ
ストを調整し続ける。

方向指示の生成およびルート案内
図26(a)から26(d)は、生成ルートに関連する
方向指示案内を生成し、運転者に伝達する様子を示す一
連の時間的図を示す。本発明の第1の実施形態（図26

50
図26(a)から26(d)は、生成ルートに関連する
方向指示案内を生成し、運転者に伝達する様子を示す一
連の時間的図を示す。本発明の第1の実施形態（図26

(a)）では、総ルートが生成される（Rで示す）、次に
生成されたルートに対応する方向指示案内を生成する
(Mで示す)。全ての方向指示が生成された場合のみ、
システムはそれらを運転者に伝える（ガイダンス（Guid
ance）の（G）で示す）。

【0051】しかし、上述の増加的ルート生成を参照し
て説明したように、総ルートの生成に要する時間はかな
り長く、運転者が方向指示の受け取りを開始し、出発地
を出発するまでに、望ましくない遅延を生じる。したが
って、本発明の第2の実施形態（図26(b)）では、

ルート案内が始まる点をかなり手前にする。システムは
総ルート（R）を生成し、次に最初の幾つかの方向指示
(M1で示す)を生成し、次に残りの方向指示（M2で
示す）を生成する。こうして、ルート案内（G）は、最
初のいくつかの方向指示が生成された後に開始し、それ

は全ての方向指示が生成される点よりかなり前である。
多くのルート生成のシナリオにおいて、これはかなりの
改善を意味する。残念ながら、ルート生成によりもたら
される望ましくない遅延は残ってしまふ。

【0052】この結果から、本発明の第3の実施形態
は、増加的方向指示生成を上述の増加的ルート生成と結
合する。図26(c)はルート生成を2つの部分的ルー
ト生成（R1およびR2で示す）に分割した時間的図を示
す。第1の部分的ルートに対応する方向指示は第1の部
分的ルートの生成（M1で示す）の後直ちに生成され、

その後直ちにルート案内を開始する。最後に、第2の部
分的ルートが生成された後、残りのルートの対応する方
向指示が生成される（M2で示す）。図26(b)と2
6(c)の時間的図の比較からわかるように、この実施形
態によりかなりの改善が実現される。

【0053】ルート案内開始前の遅延をさらに減少させ
ることは、図26(b)と26(c)を参照して説明し
た手法を結合することにより実現される。この実施形態
では（図26(d)）、ルート生成を再度2つの部分的
ルート生成（R1とR2）に分割する。しかし、ルート

案内の開始前に第1の部分的ルートに対応する全ての方
向指示が生成されるのを待たずに、それらの一部のみ
が生成されたら（M1で示す）、その時にルート案内を
開始する（G）。次に、残りの方向指示を生成し（M
2）、次に第2の部分的ルートを生成し（R2）、次に
第2の部分的ルート（M2）に対応する残りの方向指示

を生成する。ここでも、図26(c)と26(d)の時
間的図の比較により、更なる改善が実現されることが分
かる。

【0054】生成される「増加的」方向指示の数は、上
述の異なる実施形態に応じて変化する。「増加的」方向
指示とは、ルート案内が始まったルート生成後の方向指
示を指す。例えば、図26(b)の実施形態では、十分
な「増加的」方向指示が生成され（M1）、運転者が実
際の時間的図を示す。本発明の第1の実施形態（図26

50
図26(a)から26(d)は、生成ルートに関連する
方向指示案内を生成し、運転者に伝達する様子を示す一
連の時間的図を示す。本発明の第1の実施形態（図26

50
図26(a)から26(d)は、生成ルートに関連する
方向指示案内を生成し、運転者に伝達する様子を示す一
連の時間的図を示す。本発明の第1の実施形態（図26

50
図26(a)から26(d)は、生成ルートに関連する
方向指示案内を生成し、運転者に伝達する様子を示す一
連の時間的図を示す。本発明の第1の実施形態（図26

50
図26(a)から26(d)は、生成ルートに関連する
方向指示案内を生成し、運転者に伝達する様子を示す一
連の時間的図を示す。本発明の第1の実施形態（図26

50
図26(a)から26(d)は、生成ルートに関連する
方向指示案内を生成し、運転者に伝達する様子を示す一
連の時間的図を示す。本発明の第1の実施形態（図26

50
図26(a)から26(d)は、生成ルートに関連する
方向指示案内を生成し、運転者に伝達する様子を示す一
連の時間的図を示す。本発明の第1の実施形態（図26

成されべき残りの方向指示を生成することを可能とす
る（M2）。そのような数は、例えば、出発地と目的地
の距離に関連して確立することができる。その代りに、
「増加的」方向指示の数を、「増加的」方向指示により
包囲されたルートの一部に対応するgコストを、残りの
方向指示を生成するのに関連する時間に関連付けること
により決定することができる。図26(c)の実施形態で
は、生成される「増加的」方向指示（M1）の数は第1
の部分的ルート中の方向指示の数に直接に関連して一
つである。図26(d)の実施形態では、生成される「増加
的」方向指示（M1）の数は、第1の部分的ルートに対
応する残りの方向指示（M2）の生成に必要な時間に関
連付けることができる。すなわち、「増加的」方向指示
に対応する第1の部分的ルートの一部に関連するgコス
トは、運転者が全ての「増加的」方向指示を実行する以
前に第1の部分的ルートの一部に対応する残りの方向指示が生
成できるようにすべきである。

本発明をその詳細な実施形態を参照して特に図示し、説
明してきたが、本発明の精神または視野から外れること
なく、形態および詳細における上述および他の変更が可
能であることが当業者には理解されるであろう。例え
ば、ルート生成時間の減少のための上述の様々な方法を
結合し、ルート生成の効率をさらに向上させることがで
きる。これは、図27(a)から27(d)のサーチ領
域の表を参照することにより理解できる。図27

(a)は、一端アルゴリズムを割り当てた出発地Sから目的
地Dへ向かうサーチ領域の形状、すなわち、円形領域22
02と、道路区分に見られるコストを割り当てたA*サ
ーチアルゴリズム、すなわち、円形領域2204の比
較を示す。図27(b)は、サーチ領域2206と22
08を結合して領域2210で包囲されるエリアをカバ
ーする2端サーチを示す。図27(c)は、少なくとも
1つのラングの道路区分が、斜線のサーチ領域2212
および2214として示されるサーチの両端部から抑制
される2端サーチアルゴリズムを示す。最後に、図27
(d)は、本発明の特定のアルゴリズムの抑制お
よび見込みコストの形態を結合し、以前のルート生成方
法より非常に小さく、計算上の強度の弱いサーチエリ
アを生成する。したがって、上述の観点から、本発明の視点は添
付の請求の範囲によって決定されるべきである。

【0055】
【発明の効果】本発明は、ユーザの最終目的地への最速
ルートを効率的に決定するための種々の方法および装置
を提供する。

【0056】本発明の種々の実施形態によれば、1以上
の中間ルートの生成により、最終目的地までの総ルート
が決定される前にユーザは運転を開始することができ

1つの解決策を示す図である。
【図8】本発明の2端サーチアルゴリズムの特定の实施
形態の動作を示すフローチャートである。
【図9】本発明の2端サーチアルゴリズムの特定の实施
形態の動作を示すフローチャートである。
【図10】本発明の特定の实施形態による中間目的地選
択方法を示す図である。
【図11】高速道路の両方向への運転を可能とする中間
目的地の選択を示す図である。
【図12】本発明の特定の实施形態の動作を示すフロー
チャートである。
【図13】本発明の特定の实施形態による複数の中間ル
ートの選択を示すフローチャートである。
【図14】本発明の特定の实施形態による、複数の中間
目的地についてのコスト値の決定を示すフローチャート
である。
【図15】(a)、(b)、(c)は異なるルートの確
定を伴うシナリオを示す一連の図である。
【図16】(a)および(b)は異なるルートの確
定を伴うシナリオを示す一連の図である。
【図17】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す図である。
【図18】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
すフローチャートである。
【図19】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す他の図である。
【図20】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す他のフローチャートである。
【図21】本発明の特定の实施形態による部分的ルート
生成の終了を示す図である。
【図22】(a)および(b)は本発明の特定の实施形
態による部分的ルート生成の終了を示す他の図である。
【図23】本発明の別の特定の实施形態による部分的ル

1つの解決策を示す図である。
【図8】本発明の2端サーチアルゴリズムの特定の实施
形態の動作を示すフローチャートである。
【図9】本発明の2端サーチアルゴリズムの特定の实施
形態の動作を示すフローチャートである。
【図10】本発明の特定の实施形態による中間目的地選
択方法を示す図である。
【図11】高速道路の両方向への運転を可能とする中間
目的地の選択を示す図である。
【図12】本発明の特定の实施形態の動作を示すフロー
チャートである。
【図13】本発明の特定の实施形態による複数の中間ル
ートの選択を示すフローチャートである。
【図14】本発明の特定の实施形態による、複数の中間
目的地についてのコスト値の決定を示すフローチャート
である。
【図15】(a)、(b)、(c)は異なるルートの確
定を伴うシナリオを示す一連の図である。
【図16】(a)および(b)は異なるルートの確
定を伴うシナリオを示す一連の図である。
【図17】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す図である。
【図18】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
すフローチャートである。
【図19】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す他の図である。
【図20】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す他のフローチャートである。
【図21】本発明の特定の实施形態による部分的ルート
生成の終了を示す図である。
【図22】(a)および(b)は本発明の特定の实施形
態による部分的ルート生成の終了を示す他の図である。
【図23】本発明の別の特定の实施形態による部分的ル

1つの解決策を示す図である。
【図8】本発明の2端サーチアルゴリズムの特定の实施
形態の動作を示すフローチャートである。
【図9】本発明の2端サーチアルゴリズムの特定の实施
形態の動作を示すフローチャートである。
【図10】本発明の特定の实施形態による中間目的地選
択方法を示す図である。
【図11】高速道路の両方向への運転を可能とする中間
目的地の選択を示す図である。
【図12】本発明の特定の实施形態の動作を示すフロー
チャートである。
【図13】本発明の特定の实施形態による複数の中間ル
ートの選択を示すフローチャートである。
【図14】本発明の特定の实施形態による、複数の中間
目的地についてのコスト値の決定を示すフローチャート
である。
【図15】(a)、(b)、(c)は異なるルートの確
定を伴うシナリオを示す一連の図である。
【図16】(a)および(b)は異なるルートの確
定を伴うシナリオを示す一連の図である。
【図17】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す図である。
【図18】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
すフローチャートである。
【図19】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す他の図である。
【図20】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す他のフローチャートである。
【図21】本発明の特定の实施形態による部分的ルート
生成の終了を示す図である。
【図22】(a)および(b)は本発明の特定の实施形
態による部分的ルート生成の終了を示す他の図である。
【図23】本発明の別の特定の实施形態による部分的ル

1つの解決策を示す図である。
【図8】本発明の2端サーチアルゴリズムの特定の实施
形態の動作を示すフローチャートである。
【図9】本発明の2端サーチアルゴリズムの特定の实施
形態の動作を示すフローチャートである。
【図10】本発明の特定の实施形態による中間目的地選
択方法を示す図である。
【図11】高速道路の両方向への運転を可能とする中間
目的地の選択を示す図である。
【図12】本発明の特定の实施形態の動作を示すフロー
チャートである。
【図13】本発明の特定の实施形態による複数の中間ル
ートの選択を示すフローチャートである。
【図14】本発明の特定の实施形態による、複数の中間
目的地についてのコスト値の決定を示すフローチャート
である。
【図15】(a)、(b)、(c)は異なるルートの確
定を伴うシナリオを示す一連の図である。
【図16】(a)および(b)は異なるルートの確
定を伴うシナリオを示す一連の図である。
【図17】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す図である。
【図18】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
すフローチャートである。
【図19】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す他の図である。
【図20】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す他のフローチャートである。
【図21】本発明の特定の实施形態による部分的ルート
生成の終了を示す図である。
【図22】(a)および(b)は本発明の特定の实施形
態による部分的ルート生成の終了を示す他の図である。
【図23】本発明の別の特定の实施形態による部分的ル

1つの解決策を示す図である。
【図8】本発明の2端サーチアルゴリズムの特定の实施
形態の動作を示すフローチャートである。
【図9】本発明の2端サーチアルゴリズムの特定の实施
形態の動作を示すフローチャートである。
【図10】本発明の特定の实施形態による中間目的地選
択方法を示す図である。
【図11】高速道路の両方向への運転を可能とする中間
目的地の選択を示す図である。
【図12】本発明の特定の实施形態の動作を示すフロー
チャートである。
【図13】本発明の特定の实施形態による複数の中間ル
ートの選択を示すフローチャートである。
【図14】本発明の特定の实施形態による、複数の中間
目的地についてのコスト値の決定を示すフローチャート
である。
【図15】(a)、(b)、(c)は異なるルートの確
定を伴うシナリオを示す一連の図である。
【図16】(a)および(b)は異なるルートの確
定を伴うシナリオを示す一連の図である。
【図17】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す図である。
【図18】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
すフローチャートである。
【図19】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す他の図である。
【図20】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す他のフローチャートである。
【図21】本発明の特定の实施形態による部分的ルート
生成の終了を示す図である。
【図22】(a)および(b)は本発明の特定の实施形
態による部分的ルート生成の終了を示す他の図である。
【図23】本発明の別の特定の实施形態による部分的ル

1つの解決策を示す図である。
【図8】本発明の2端サーチアルゴリズムの特定の实施
形態の動作を示すフローチャートである。
【図9】本発明の2端サーチアルゴリズムの特定の实施
形態の動作を示すフローチャートである。
【図10】本発明の特定の实施形態による中間目的地選
択方法を示す図である。
【図11】高速道路の両方向への運転を可能とする中間
目的地の選択を示す図である。
【図12】本発明の特定の实施形態の動作を示すフロー
チャートである。
【図13】本発明の特定の实施形態による複数の中間ル
ートの選択を示すフローチャートである。
【図14】本発明の特定の实施形態による、複数の中間
目的地についてのコスト値の決定を示すフローチャート
である。
【図15】(a)、(b)、(c)は異なるルートの確
定を伴うシナリオを示す一連の図である。
【図16】(a)および(b)は異なるルートの確
定を伴うシナリオを示す一連の図である。
【図17】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す図である。
【図18】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
すフローチャートである。
【図19】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す他の図である。
【図20】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す他のフローチャートである。
【図21】本発明の特定の实施形態による部分的ルート
生成の終了を示す図である。
【図22】(a)および(b)は本発明の特定の实施形
態による部分的ルート生成の終了を示す他の図である。
【図23】本発明の別の特定の实施形態による部分的ル

1つの解決策を示す図である。
【図8】本発明の2端サーチアルゴリズムの特定の实施
形態の動作を示すフローチャートである。
【図9】本発明の2端サーチアルゴリズムの特定の实施
形態の動作を示すフローチャートである。
【図10】本発明の特定の实施形態による中間目的地選
択方法を示す図である。
【図11】高速道路の両方向への運転を可能とする中間
目的地の選択を示す図である。
【図12】本発明の特定の实施形態の動作を示すフロー
チャートである。
【図13】本発明の特定の实施形態による複数の中間ル
ートの選択を示すフローチャートである。
【図14】本発明の特定の实施形態による、複数の中間
目的地についてのコスト値の決定を示すフローチャート
である。
【図15】(a)、(b)、(c)は異なるルートの確
定を伴うシナリオを示す一連の図である。
【図16】(a)および(b)は異なるルートの確
定を伴うシナリオを示す一連の図である。
【図17】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す図である。
【図18】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
すフローチャートである。
【図19】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す他の図である。
【図20】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す他のフローチャートである。
【図21】本発明の特定の实施形態による部分的ルート
生成の終了を示す図である。
【図22】(a)および(b)は本発明の特定の实施形
態による部分的ルート生成の終了を示す他の図である。
【図23】本発明の別の特定の实施形態による部分的ル

1つの解決策を示す図である。
【図8】本発明の2端サーチアルゴリズムの特定の实施
形態の動作を示すフローチャートである。
【図9】本発明の2端サーチアルゴリズムの特定の实施
形態の動作を示すフローチャートである。
【図10】本発明の特定の实施形態による中間目的地選
択方法を示す図である。
【図11】高速道路の両方向への運転を可能とする中間
目的地の選択を示す図である。
【図12】本発明の特定の实施形態の動作を示すフロー
チャートである。
【図13】本発明の特定の实施形態による複数の中間ル
ートの選択を示すフローチャートである。
【図14】本発明の特定の实施形態による、複数の中間
目的地についてのコスト値の決定を示すフローチャート
である。
【図15】(a)、(b)、(c)は異なるルートの確
定を伴うシナリオを示す一連の図である。
【図16】(a)および(b)は異なるルートの確
定を伴うシナリオを示す一連の図である。
【図17】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す図である。
【図18】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
すフローチャートである。
【図19】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す他の図である。
【図20】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す他のフローチャートである。
【図21】本発明の特定の实施形態による部分的ルート
生成の終了を示す図である。
【図22】(a)および(b)は本発明の特定の实施形
態による部分的ルート生成の終了を示す他の図である。
【図23】本発明の別の特定の实施形態による部分的ル

1つの解決策を示す図である。
【図8】本発明の2端サーチアルゴリズムの特定の实施
形態の動作を示すフローチャートである。
【図9】本発明の2端サーチアルゴリズムの特定の实施
形態の動作を示すフローチャートである。
【図10】本発明の特定の实施形態による中間目的地選
択方法を示す図である。
【図11】高速道路の両方向への運転を可能とする中間
目的地の選択を示す図である。
【図12】本発明の特定の实施形態の動作を示すフロー
チャートである。
【図13】本発明の特定の实施形態による複数の中間ル
ートの選択を示すフローチャートである。
【図14】本発明の特定の实施形態による、複数の中間
目的地についてのコスト値の決定を示すフローチャート
である。
【図15】(a)、(b)、(c)は異なるルートの確
定を伴うシナリオを示す一連の図である。
【図16】(a)および(b)は異なるルートの確
定を伴うシナリオを示す一連の図である。
【図17】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す図である。
【図18】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
すフローチャートである。
【図19】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す他の図である。
【図20】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す他のフローチャートである。
【図21】本発明の特定の实施形態による部分的ルート
生成の終了を示す図である。
【図22】(a)および(b)は本発明の特定の实施形
態による部分的ルート生成の終了を示す他の図である。
【図23】本発明の別の特定の实施形態による部分的ル

1つの解決策を示す図である。
【図8】本発明の2端サーチアルゴリズムの特定の实施
形態の動作を示すフローチャートである。
【図9】本発明の2端サーチアルゴリズムの特定の实施
形態の動作を示すフローチャートである。
【図10】本発明の特定の实施形態による中間目的地選
択方法を示す図である。
【図11】高速道路の両方向への運転を可能とする中間
目的地の選択を示す図である。
【図12】本発明の特定の实施形態の動作を示すフロー
チャートである。
【図13】本発明の特定の实施形態による複数の中間ル
ートの選択を示すフローチャートである。
【図14】本発明の特定の实施形態による、複数の中間
目的地についてのコスト値の決定を示すフローチャート
である。
【図15】(a)、(b)、(c)は異なるルートの確
定を伴うシナリオを示す一連の図である。
【図16】(a)および(b)は異なるルートの確
定を伴うシナリオを示す一連の図である。
【図17】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す図である。
【図18】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
すフローチャートである。
【図19】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す他の図である。
【図20】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す他のフローチャートである。
【図21】本発明の特定の实施形態による部分的ルート
生成の終了を示す図である。
【図22】(a)および(b)は本発明の特定の实施形
態による部分的ルート生成の終了を示す他の図である。
【図23】本発明の別の特定の实施形態による部分的ル

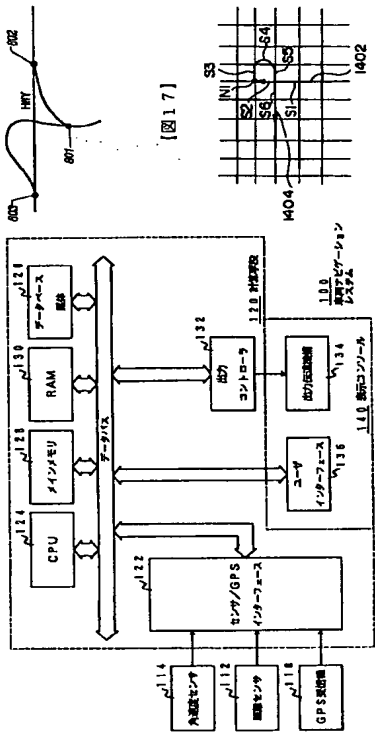
1つの解決策を示す図である。
【図8】本発明の2端サーチアルゴリズムの特定の实施
形態の動作を示すフローチャートである。
【図9】本発明の2端サーチアルゴリズムの特定の实施
形態の動作を示すフローチャートである。
【図10】本発明の特定の实施形態による中間目的地選
択方法を示す図である。
【図11】高速道路の両方向への運転を可能とする中間
目的地の選択を示す図である。
【図12】本発明の特定の实施形態の動作を示すフロー
チャートである。
【図13】本発明の特定の实施形態による複数の中間ル
ートの選択を示すフローチャートである。
【図14】本発明の特定の实施形態による、複数の中間
目的地についてのコスト値の決定を示すフローチャート
である。
【図15】(a)、(b)、(c)は異なるルートの確
定を伴うシナリオを示す一連の図である。
【図16】(a)および(b)は異なるルートの確
定を伴うシナリオを示す一連の図である。
【図17】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す図である。
【図18】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
すフローチャートである。
【図19】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す他の図である。
【図20】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す他のフローチャートである。
【図21】本発明の特定の实施形態による部分的ルート
生成の終了を示す図である。
【図22】(a)および(b)は本発明の特定の实施形
態による部分的ルート生成の終了を示す他の図である。
【図23】本発明の別の特定の实施形態による部分的ル

1つの解決策を示す図である。
【図8】本発明の2端サーチアルゴリズムの特定の实施
形態の動作を示すフローチャートである。
【図9】本発明の2端サーチアルゴリズムの特定の实施
形態の動作を示すフローチャートである。
【図10】本発明の特定の实施形態による中間目的地選
択方法を示す図である。
【図11】高速道路の両方向への運転を可能とする中間
目的地の選択を示す図である。
【図12】本発明の特定の实施形態の動作を示すフロー
チャートである。
【図13】本発明の特定の实施形態による複数の中間ル
ートの選択を示すフローチャートである。
【図14】本発明の特定の实施形態による、複数の中間
目的地についてのコスト値の決定を示すフローチャート
である。
【図15】(a)、(b)、(c)は異なるルートの確
定を伴うシナリオを示す一連の図である。
【図16】(a)および(b)は異なるルートの確
定を伴うシナリオを示す一連の図である。
【図17】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す図である。
【図18】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
すフローチャートである。
【図19】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す他の図である。
【図20】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す他のフローチャートである。
【図21】本発明の特定の实施形態による部分的ルート
生成の終了を示す図である。
【図22】(a)および(b)は本発明の特定の实施形
態による部分的ルート生成の終了を示す他の図である。
【図23】本発明の別の特定の实施形態による部分的ル

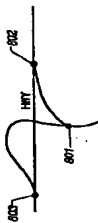
1つの解決策を示す図である。
【図8】本発明の2端サーチアルゴリズムの特定の实施
形態の動作を示すフローチャートである。
【図9】本発明の2端サーチアルゴリズムの特定の实施
形態の動作を示すフローチャートである。
【図10】本発明の特定の实施形態による中間目的地選
択方法を示す図である。
【図11】高速道路の両方向への運転を可能とする中間
目的地の選択を示す図である。
【図12】本発明の特定の实施形態の動作を示すフロー
チャートである。
【図13】本発明の特定の实施形態による複数の中間ル
ートの選択を示すフローチャートである。
【図14】本発明の特定の实施形態による、複数の中間
目的地についてのコスト値の決定を示すフローチャート
である。
【図15】(a)、(b)、(c)は異なるルートの確
定を伴うシナリオを示す一連の図である。
【図16】(a)および(b)は異なるルートの確
定を伴うシナリオを示す一連の図である。
【図17】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す図である。
【図18】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
すフローチャートである。
【図19】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す他の図である。
【図20】2つのルートの間の接続を最適化する方法を示
す他のフローチャートである。
【図21】本発明の特定の实施形態による部分的ルート
生成の終了を示す図である。
【図22】(a)および(b)は本発明の特定の实施形
態による部分的ルート生成の終了を示す他の図である。
【図23】本発明の別の特定の实施形態による部分的ル

ート生成の終了を示す図である。
【図24】本発明の別の特定の実施形態による部分的ルート生成の終了を示す他の図である。
【図25】本発明のさらに別の実施形態による部分的ルート生成の終了を示す図である。
【図26】(a)、(b)、(c)、(d)は生成ルートの関連する方向指示を生成し、運転者に伝える方法を示す一連の時間軸を示す図である。
【図27】(a)、(b)、(c)、(d)は様々なルート生成アルゴリズムについてのサーチ領域を示す図である。
【符号の説明】
100...車両ナビゲーションシステム
* 110...車両ナビゲーションシステム
* 112...距離センサ
114...角速度センサ
118...GPS受信機
120...計算手段
122...センサ/GPSインターフェース
124...CPU
126...データベース媒体
128...メインメモリ
130...RAM
132...出力コントローラ
134...出力伝達機構
136...ユーザインターフェース
140...表示コンソール

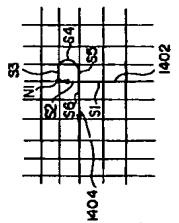
【図1】



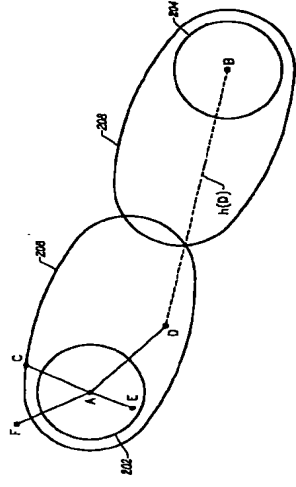
【図11】



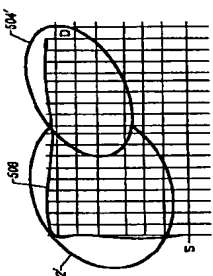
【図17】



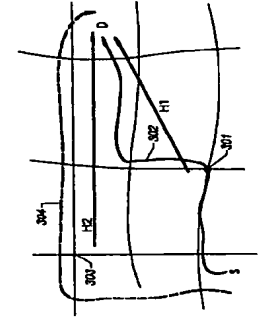
【図2】



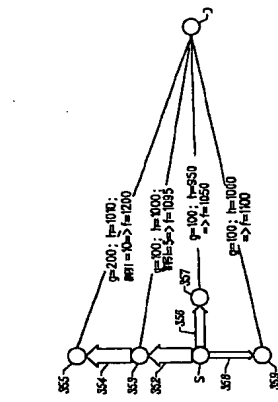
【図7】



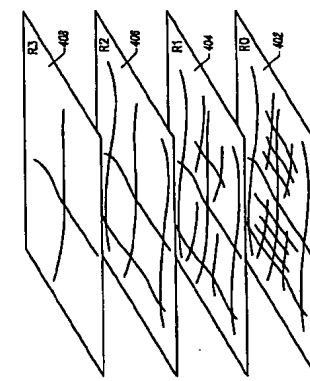
【図3】



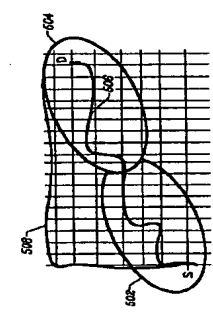
【図4】



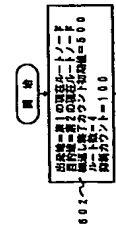
【図5】



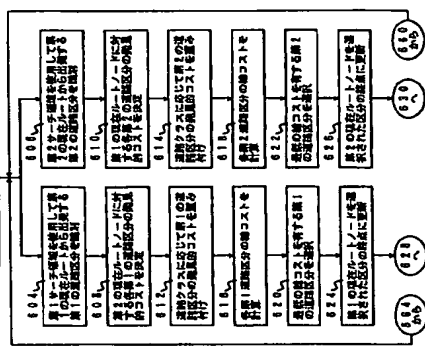
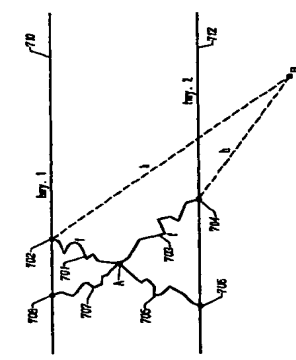
【図6】



【図8】

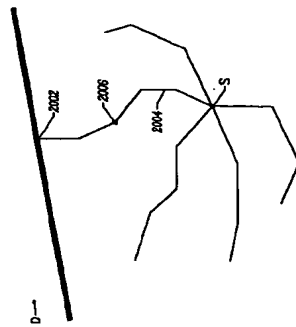


【図10】

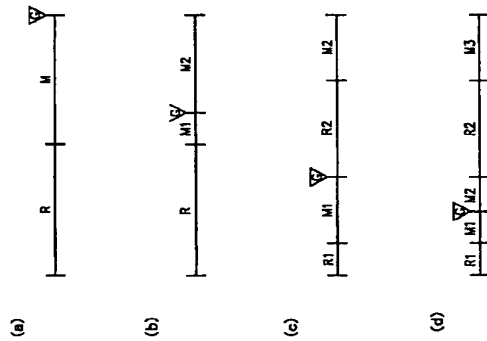


(19)

【図25】



【図26】



【図27】

